

# Rent grundvatten-en ändlig resurs?

Clean groundwater- a limited resource?

*Johanna Högvall*



## **Rent grundvatten- en ändlig resurs?**

Clean groundwater- a limited resource?

*Johanna Högvall*

**Handledare:** Håkan Asp, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Examinator:** Malin Hultberg, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i biologi

**Kurskod:** EX0493

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: odling- kandidatprogram

**Examen:** kandidatexamen i biologi

**Ämne:** Biologi

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** Januari 2016

**Omslagsbild:** Johanna Högvall

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Grundvatten, grundvattenbildning, hydrologisk cykel, föroreningar, ekosystem

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi

## **Förord**

Under arbetets gång har jag lärt mig mycket. Inte bara om grundvatten utan också om mig själv och hur jag arbetar. Det har varit roligt och ibland svårt. Grundvatten som ämne knyter an till väldigt mycket intressant och jag kommer nog aldrig att tappat intresset för att lära mig mer i ämnet.

Jag har fått bra stöd av mina vänner och tack för att ni har orkat lyssna på mitt eviga prat om ”jättespännande grundvattenfakta”.

Min handledare under arbetet, Håkan Asp, jag tackar hjärtligast för att du har gett alldeles perfekt stöd när det har behövts. Du kan konsten att ge konstruktiv kritik och du ser möjligheter.

Tack

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning.....</b>	<b>sid 3</b>
<b>Summary.....</b>	<b>sid 3</b>
<b>Introduktion.....</b>	<b>sid 4</b>
<b>Material och metodik.....</b>	<b>sid 5</b>
<b>Resultat.....</b>	<b>sid 6</b>
Den hydrologiska cykeln.....	sid 6
Grundvattenbildning.....	sid 7
Fördelning av grundvatten i Sverige.....	sid 9
Faktorer som påverkar vattnet negativt.....	sid 11
Skogsbruk och jordbruk.....	sid 12
Gruvor, deponier och industrier.....	sid 13
Vägnät och städer.....	sid 14
Kemikalier och läkemedel.....	sid 15
Överuttag.....	sid 17
Klimatförändringar.....	sid 17
Bruk av grundvatten.....	sid 18
Skydd av grundvatten.....	sid 19
<b>Diskussion.....</b>	<b>sid 20</b>
<b>Referenslista.....</b>	<b>sid 22</b>

## **Sammanfattning**

Grundvatten är livsnödvändigt för ett fungerande ekosystem. Vi människor är beroende av fungerande ekosystem. Ändå utsätter vi grundvattnet och i sin tur ekosystemen för stora påfrestningar. Processerna i vattnets flöde är ibland mycket långsamma. Det får oss att ignorera eller inte se problem vi har skapat eftersom att det inte alltid märks på en gång. Om inte problemen är akuta skjuts de ofta på framtiden.

I det här arbetet beskrivs ett antal av de orsaker, handlingar och substanser som påverkar grundvattnet i Sverige negativt. Orsakerna är många och substanserna fler. Eftersom att vi oftast inte ser grundvattnet är det svårt att förstå att det nästan alltid finns under oss. Allt som vi gör uppe på markytan och i marken påverkar på något vis grundvattnet i något led. Ofta sker en förorening av grundvatten indirekt, utan tydliga kopplingar till en speciell verksamhet, och därför utan att vi vet om det.

För att undvika svåra och dyra problem i framtiden bör grundvattenfrågor prioriteras. Jag har kommit fram till att både kompetens och skydd av grundvatten bör höjas.

## **Summary**

Groundwater is vital for a functioning ecosystem. We humans are dependent on functioning ecosystems. Still we put the groundwater and thereby ecosystems under great strain. The processes of water flow is sometimes very slow. It causes us to ignore or not see the problems we have created since it is not always noticeable at once. If the problems are not acute they are often pushed to the future.

This work describes a number of causes and substances which affect groundwater in Sweden negatively. The reasons are many and substances are even more. Since we usually do not see groundwater, it is difficult to grasp that it is almost always below us. Everything that we do on the ground surface and in the soil affects the groundwater. Often the pollution of groundwater is indirect and happens without us knowing about it.

To avoid difficult and expensive problems in the future groundwater issues should be prioritized. I have concluded that both the expertise and the protection of groundwater should be increased.

## **Introduktion**

Det här arbetet beskriver hur det står till med vårt grundvatten i Sverige idag. Det ger blickar bakåt och framåt om vad som har påverkat och vad som fortsätter att påverka våra grundvatten. Vattnets kretslopp beskrivs med fokus på grundvatten så att en bild kan göras av hur allt hänger ihop i vår värld (Andréasson, 2006). Grundvatten är ett viktigt ämne att diskutera eftersom att det rör större delen av våra liv och samhällen (Falkenmark et al., 2007). Dagligen utsätts grundvattnet för föroreningar och påfrestningar av olika slag.

Utan grundvatten av god kvalitet och i tillräcklig kvantitet står vi inför stora problem. Problem som kan vara mycket svårlösta om vi upptäcker dem för sent eller inte agerar i tid. Det vi människor påverkas direkt utav är att grundvatten är en av våra främsta källor till dricksvatten. Varje dag dricker miljoner av människor i Sverige vatten som vi inte vet om det är säkert (Tunemar, 2015). Det är brist på provtagningar och kontroller av vattnet i de kommunala grundvattentäkterna. Det är en kunskaps och kostnadsfråga som på vissa platser har visat sig farlig att ignorera både för vår hälsa men också för ekosystemen.

## **Bakgrund**

Vattenförsörjningen i Sverige är till synes god men även om det finns gott om vatten betyder inte det per automatik att det håller god kvalitet. I Sverige använder vi oss av både ytvatten och grundvatten. I det här arbetet ska jag gå in närmre på vad som påverkar vårt grundvatten och vad vi gör för att skydda det.

## **Mål**

Beskriva hot mot vårt grundvatten i Sverige.

## **Syfte**

Genom att identifiera olika faktorer som påverkar grundvattnet negativt kan vi se vad som bör tas på allvar och hur vi kan gå till väga för att stoppa eller minska risken för negativ påverkan på grundvattnet.

## **Avgränsningar**

I arbetat har jag behandlat problematik kring grundvatten och vilka risker som finns om vårt grundvatten skulle bli otjänligt. Det kan kännas som en halvsanning eftersom att jag inte har tagit med risker och hot emot ytvatten som till stor del fyller samma funktion som

grundvatten gör i Sverige. Omfattningen på arbetet är inte stor nog för att beskriva båda ordentligt.

## **Material och metodik**

Arbetet är en litteraturstudie och till grund för arbetet har jag haft böcker, artiklar och rapporter. Störst del är ifrån svenska källor men jag har även använt en del internationella artiklar. Artiklar där problem och risker beskrivs i andra länder men som kan liknas med våra svenska grundvattenförhållanden.

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har varit en bra källa för fakta och de ger ständigt ut aktuella rapporter angående grundvatten i Sverige. För att jag på bästa sätt skulle kunna förstå och beskriva olika faktorer och risker för vårt grundvatten har jag dels använt mig av boken Geobiosfären av Per Gunnar Andréasson (2006). I Geobiosfären beskrivs grundligt markens sammansättning och vilken betydelse det har för grundvattnet. Vattnets kretslopp är också viktigt för att förstå flödet av vatten i våra ekosystem och för att veta hur och var risker uppkommer och sprids. Jag har även intervjuat Liselotte Tunemar som är hydrogeolog på SGU för att få information om vad som finns i våra grundvatten.

## Resultat

### Den hydrologiska cykeln

Vattnets kretslopp eller den hydrologiska cykeln som den också kallas drivs av solens energi och är ett av de viktigaste kretsloppen i världen (Andréasson, 2006). Vatten är en helt avgörande förutsättning för liv. Den hydrologiska cykeln rör sig genom biologiska och icke-biologiska reservoarer världen över och därmed genom alla ekosystem. Med reservoarer menas magasin där vatten finns och kan uppehålla sig i varierande mängd och tid beroende på vilken sorts reservoar det är. Vattnets reservoarer är oceaner, glaciärer, grundvatten, sjöar och vattendrag, de levande organismerna och atmosfären. Det betyder att vi människor är en del av cykeln och lika så ingår icke levande ting som en stenhäll i den hydrologiska cykeln.

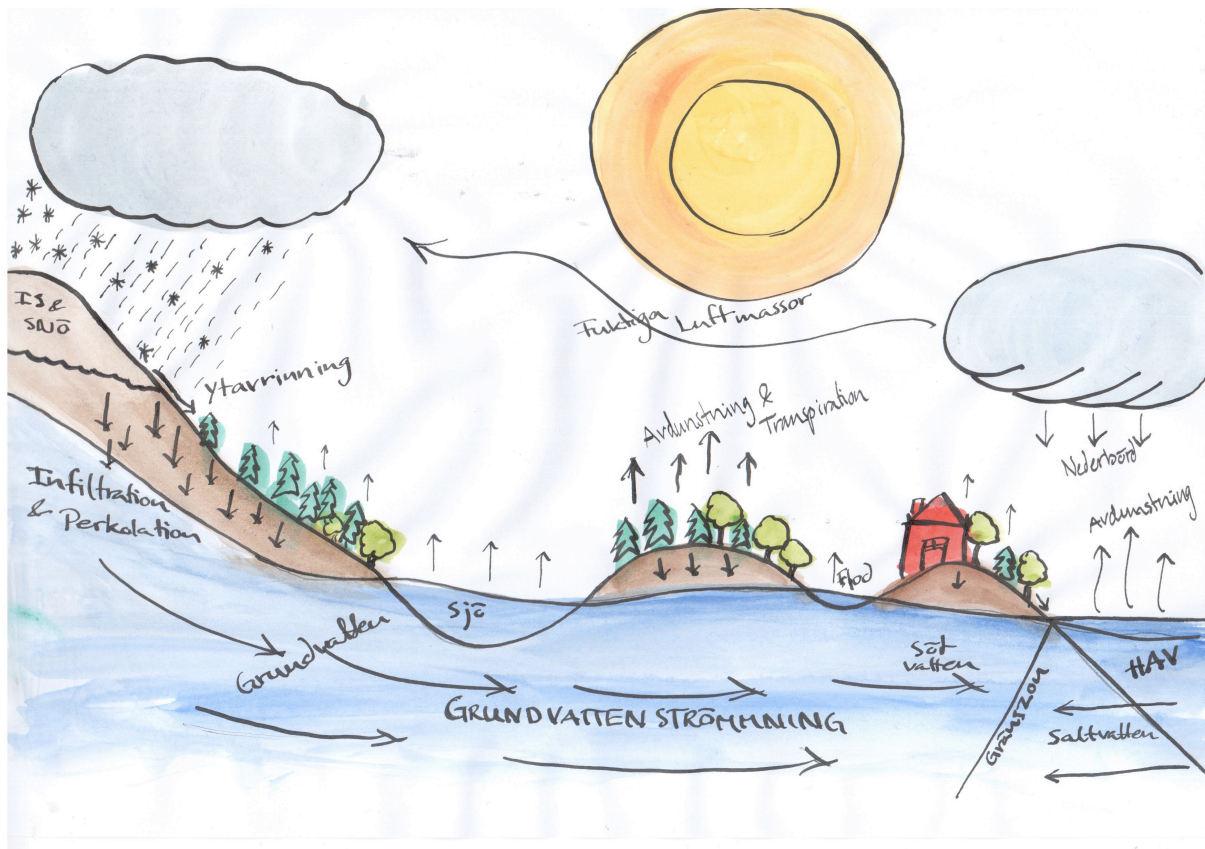
Av allt vatten på jorden är endast 3 % sötvatten och utav det är  $\frac{3}{4}$  fruset i glaciärer, snö och is (Bogren et al., 2006). Resten av sötvattnet är till största delen grundvatten men också till exempel sjöar. Sötvatten är livsviktigt men förekommer i mycket små reservoarer i jämförelse med saltvatten som står för 97 % av allt vatten på jorden (se tabell 1).

Vattnet rör sig ständigt mellan de olika reservoarerna av söt- och saltvatten men i olika processer (Andréasson, 2006). Från ytan av mark, hav, vattendrag och levande organismer avdunstar vatten och ifrån atmosfären kommer vattnet ner i form av nederbörd (se figur 1). I sin tur bildar nederbörden ytavrinning och en del infiltrerar genom marken och bildar grundvatten. Vidare går grundvattnet förr eller senare ut i sjöar och hav och den hydrologiska cykeln sluts.

Tabell 1. Jordens vattenreservoarer i storleksordning (Bogren et al., 2006).

Reservoar	Volym	Andel totalt	Andel av sötvatten
Havsvatten	1350000 km <sup>3</sup>	97 %	-
Glaciärer, is och snö	27500 km <sup>3</sup>	2 %	75 %
Grundvatten	8200 km <sup>3</sup>	0,6 %	22 %
Sjöar och floder	702 km <sup>3</sup>	0,05 %	1,9 %
Markvatten	65 km <sup>3</sup>	0,005 %	0,18 %
Atmosfären	13 km <sup>3</sup>	0,001 %	0,04 %





Figur 1. Hydrologiska cykeln.

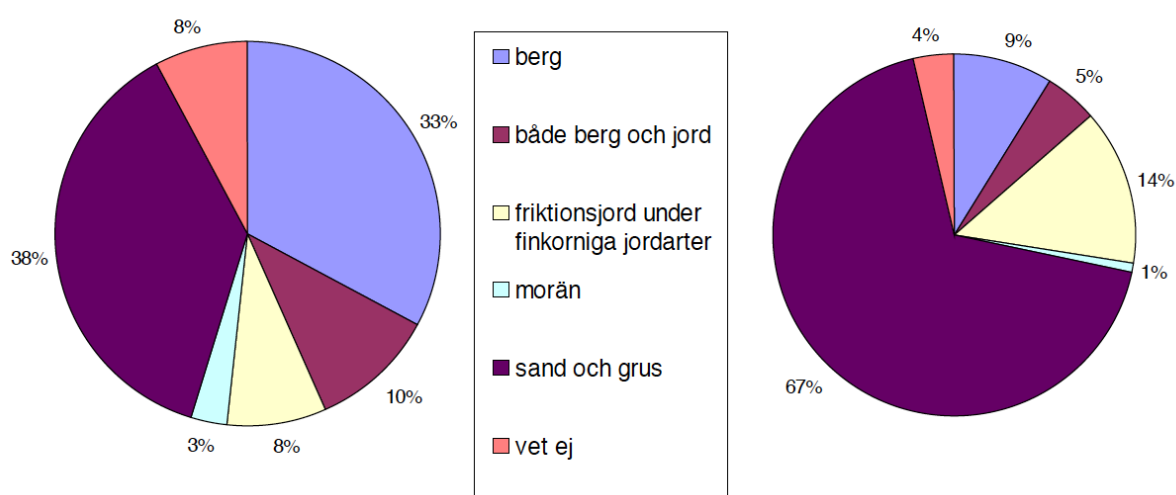
## Grundvattenbildning

Allt vatten som infiltreras i marken bildar inte grundvatten, en del tas upp av växter som sedan avger vattnet när växterna transpirerar (Andréasson, 2006). Det är viktigt att skilja på markvatten och grundvatten. Markvatten finns i markens övre lager och kallas markvattenzonen. Alla porer i markvattenzonen inte är fyllda med vatten. I markvattenzonen rör sig vattnet främst neråt. På det djup där jordens porer och berggrundens sprickor är helt fyllda med vatten börjar grundvattnet och det kallas grundvattenzonen, där rör sig vattnet främst horisontellt. Zonen mellan markvattenzonen och grundvattenzonen heter grundvattenytan.

När vatten infiltreras i marken och går vidare ner och bildar grundvatten kallas det perkolatation (Bogren et al., 2006). Den andel av nederbörden som blir till grundvatten kan räknas ut ungefärligt genom att ta infiltration minus växternas transpiration (Grip och Rodhe, 2003). Det är inte bara vegetationen som avgör hur mycket vatten som infiltreras (Andréasson, 2006). Infiltrationen beror också på markens lutning, jordens partikelstorlek, hur packad marken är och hur mycket och hur stora sprickor det finns i berggrunden.

Området som fyller på grundvattnet heter inströmningsområde och kan ha olika egenskaper (Grip och Rodhe, 2003). Grundvattenbildningen tar olika lång tid beroende på vilket material vattnet ska passera på vägen ner. Vattnet passerar jordar med stor kornstorlek till exempel sand och grus snabbare än jordar med liten kornstorlek så som ler och silt. Går vattnet ner i urberg så är det bergets sprickighet som avgör hastigheten och hur sprickorna är förbundna till varandra. De geologiska bildningar som innehåller grundvatten kallas akviferer. Flödet av grundvatten kan i stort beskrivas som att ytligt grundvatten är ungt och rör sig relativt fort. Medan grundvatten på stort djup ofta är mycket gammalt och rör sig väldigt långsamt. Det finns grundvatten i Sahara som är över 1000 år gammalt (Andréasson, 2006).

Mängden grundvatten som finns i de olika akvifererna beror på markens kornstorlek och berggrundens sprickighet (Andréasson, 2006). Grovt material lagrar större mängd vatten än fint material. För en bra grundvattenbildning bör nederbörden vara god i området och infiltrationsförhållandena vara bra. Det ska helst finnas sammanhängande akviferer som kan lagra vattnet och är det djupt ner i marken är det bättre. Grundvattenbildningen är en långsam process och uttagshastigheten får inte gå fortare än bildningshastigheten för att det ska vara hållbart i längden. Konstgjord infiltration av ytvatten kan komplettera den naturliga grundvattenbildning och det var svenska ingenjörer tidigt ute med att utveckla (Andréasson, 2006). Ytvatten pumpas då ner genom exempelvis en grusavlagring som fungerar bra som naturligt reningsverk.



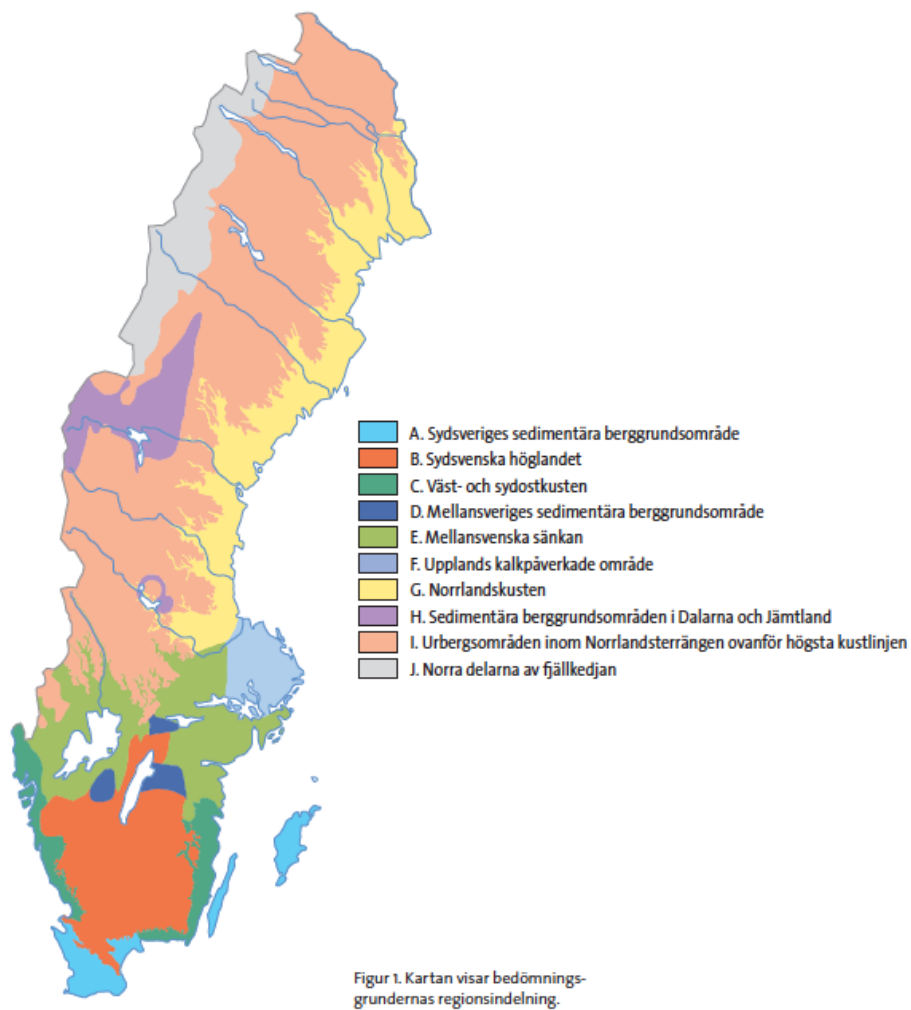
Figur 2. Cirkeldiagrammet till vänster anger andelen grundvattentäkter i olika geologiska miljöer. Cirkeldiagrammet till höger anger fördelningen av uttag från grundvattentäkter uppdelat på olika geologiska miljöer. Andel per geologisk miljö av totala medeluttaget. Data från Vattentäcksarkivet. SGU-rapport 2007:12.

## **Fördelning av grundvatten i Sverige**

I Sverige har vi relativt gott om grundvatten och vi kan hitta det nästan överallt men i ojämn mängd och kvalitet (Tunemar, 2015). Våra största grundvattentäkter ligger i isälvsavlagringar och rullstensåsar som filtrerar vattnet och kan lagra stora mängder av vatten (Andréasson, 2006). I Sverige har vi även bra berggrund som håller stora mängder grundvatten. Berggrunden kan delas in i urberg och sedimentärberggrund. Urberg med mycket sprickor och gångar håller gott om grundvatten. Sandsten och kalksten är sedimentära och har mycket porer som kan lagra stora mängder vatten. Utöver detta har vi morän som är ett osorterat jordlager som täcker ca 75 % av landet. Morän innehåller en blandning av mycket smått material till större stenar. Blandningen gör att morän har dålig genomsläpplighet för vatten och håller inte heller större mängder grundvatten. Mängden vatten som moränen kan förse oss med räcker till att förse glesbygden med grundvatten och är på så sätt en bra tillgång trots sin ringa kapacitet (se figur 2).

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har gjort en geografisk indelning av Sverige i tio zoner (Maxe, 2013). Dessa zoner har i stora drag liknande naturförutsättningar som jordarter, berggrund, klimat och hydrologi. Indelningen gjordes för att lättare kunna jämföra provtagningar på olika platser med skilda eller liknande förhållanden (se figur 3). Vårt grundvatten påverkas i stor grad av vart det bildas. Om grundvattentäkten ligger i yngre sedimentära bergarter eller i urberg av granit och gnejs eller om det har legat under eller över högsta kustlinjen (HK). På platser som för längesedan låg under HK kan det finnas akviferer som innehåller gammalt salt havsvatten (Andréasson, 2006). Det salta vattnet kallas relikvatten och ska inte förväxlas med nya saltvatteninträngningar som kan ske längs kusten och i lågt liggande delar av landet.

Flera av våra större städer i Sverige ligger längst kusten och har inte tillräckligt med grundvatten (Andréasson, 2006). Stockholm är ett sådant exempel, där används mestadels ytvatten. Problemet med ytvatten är att det lättare blir förorenat. Många medelstora tätorter i Sverige använder sig utav konstgjord infiltration då de inte har tillräckligt med grundvatten men har tillgång till ytvatten som behöver renas. Malmö och Lund förses till stor del av vatten på det här sättet. Där tas vatten ifrån Vombsjön och filtreras genom 15 meter isälvsand. På flera platser i Sverige är det nödvändigt med transport av vatten. Det kan bero på för lite vatten eller för stort uttag (Falkenmark och Galaz, 2007).



Figur 3. Regionsindelning. SGU-rapport 2013:01. Bedömningsgrunder för grundvatten.

## **Faktorer som påverkar vattnet negativt**

Det finns många faktorer som kan ha åverkan på grundvattnet (Grip och Rodhe, 2003). Faktorer som är helt naturliga eller antropogena. Det som drabbar grundvattnet kan vara under en kort period eller under en mycket lång tid. Oftast handlar det om ett långsamt förlopp eftersom att grundvattnets flöde är en långsam process.

Ibland är brist på grundvatten ett problem men oftast är det kvaliteten det största problemet (Falkenmark et al., 2007). Nedan följer några aktiviteter och substansgrupper som kan påverka grundvattnet negativt, kvantitativt och kvalitativt. Gemensamt för alla är att de är av antropogent ursprung.

- Skogsbruk
- Jordbruk
- Gruvverksamhet
- Deponier
- Industri
- Vägnät
- Städer
- Kemikalier
- Läkemedel
- Överuttag
- Klimatförändringar

Naturligt förekommande negativa effekter på grundvatten kan vara som följer:

- Försurning
- Tungmetaller

## Skogsbruk och jordbruk

Skogsbruk med hyggen finns det mycket av i Sverige (Grip och Rodhe, 2003). Hyggen påskyndar vattenavrinning och grundvattenbildning. Eftersom att det inte finns mycket som stoppar eller tar upp nederbörden går alla processer mycket snabbare på och i marken efter kalhuggning. Det gör att marken urlakas på näringsämnen och marken hinner inte neutralisera vattnet som därför ofta är relativt surt. Avskogning kan förändra den hydrologiska cykeln (Falkenmark och Galaz, 2007). Transpirationen förflyttas och blöt mark kan bli torr. I skogsbruket här i Sverige används en del kvävegödsel i form av ammonium (Maxe, 2013). Gödslingen har en försurande effekt. Det ammonium som inte tas upp av växtligheten nitrifieras och går ner till grundvattnet som därför får högre nitrathalter (Maxe, 2015). Även om kvävegödsling försurar grundvatten i skogsmarker bedöms intensifiering och helträdsutnyttjande vara en större risk för försurning (Maxe, 2013).

Jordbruket har länge haft en övergödande effekt på vatten i dess närhet (Grip och Rodhe, 2003). Det gäller även för grundvatten. Näringsämnen som tillförs en åker måste tas upp av växterna för att de inte ska sköljas med bort och ner med vatten. En del av näringsämnena tar mikroorganismer i marken hand om, det som blir kvar kommer ner till grundvattnet. Främst läcker jordbruksområden kväve (Maxe, 2013). Nitrat är en form av kväve som rör sig lätt i marken och är vattenlösligt vilket gör att många grundvattentäkter nära jordbruksområden har höga halter av nitrat.

Bekämpningsmedel som används i jordbruk påträffas också i grundvatten (Falkenmark och Galaz, 2007). Bekämpningsmedlen kan ha ändrat form på vägen ner och ofta påträffas spårämnen av vanligt använda bekämpningsmedel. Grundvatten som förorenats med bekämpningsmedel av olika slag är ett stort problem världen över (Albrechtsen, 2011). Kina har haft stora problem med förorenat grundvatten (Li, 2013). Mestadels handlar det om bekämpningsmedel och gödningsmedel. Fyrahundra av Kinas ca 655 städer är beroende av grundvatten. I Danmark har forskare undersökt hur bekämpningsmedel sprids till grundvatten i förhållande till hur djupt grundvattenzonen är belägen och vilken typ av jord eller berggrund som leder vattnet ner. Ler har visat sig vara betydelsefullt när det handlar om minskad spridning av beständiga bekämpningsmedel. Gäller det bekämpningsmedel som lättare kan omvandlas och brytas ner är sand bättre. För båda så är stort djup av materialet en fördel.

I Sverige har jordbruket dragit ner på gödslingen de senaste decennierna (Maxe, 2015). Nu arbetar man mer noggrant och precist för att undvika läckage. Det kan ta lång tid innan åtgärderna märks då uppehållstiden i marken och grundvattenzonen kan vara lång, allt från något år till decennier. Jordbruket påverkar inte bara grundvattnet med gödningsmedel och

bekämpningsmedel. Djurhållning, dränering, plöjning och bevattning berör grundvattnets kvalitet och kvantitet. Bevattning kan sänka grundvattennivån och orsaka dålig nybildning samt ändra kemin i vattnet. Bevattning, dränering och konstruerade vattenmagasin har på sina håll förändrat vattnets naturliga flöde under året (Falkenmark och Galaz, 2007). Att förändra flödet skadar tillrinning och påfyllning inte bara till grundvattnet utan vidare till våtmarker och andra ekosystem. Det är viktigt att driva ett jordbruk som är hållbart för den platsen där det är beläget annars försummas de naturliga processerna som gör ett hållbart jordbruk möjligt.

### **Gruvor, deponier och industrier**

Under 1900-talet hände mycket i Sverige och världens utveckling (Falkenmark et al., 2007). Industrier har vuxit fram och resurser har utvunnits i stor grad. Där industrier av olika slag en gång har legat kan mark och grundvatten vara förorenat för en lång tid framöver (Andréasson, 2006). Utsläpp av luftburna föroreningar så som svavel var vanligare förr men har nu minskat drastiskt (Maxe, 2013). Svavel har en försurande effekt och följer med nederbörden ner till marken. Höga halter av svavel kan lösa ut aluminium från marken. Aluminium är giftigt för vattenlevande organismer. Om grundvattnet som går ut till sjöar och vattendrag har mycket aluminium med sig kan det döda fiskar och andra vattenlevande organismer.

Deponier finns spridda över hela landet och innehåller mängder av giftiga ämnen och föroreningar (Naturvårdsverket, 2015). Det mesta kan hamna på deponi, allt från hushållsavfall till industriavfall och metaller. Näringsämnen och organiska miljögifter återfinns ofta på deponier. Deponierna är öppna och det gör att vatten ständigt infiltreras i allt skräp. Vattnet som rör sig genom deponierna löser upp och tar med föroreningar. Vattnet som bildas kallas lakvatten och är väldigt miljö- och hälsoskadligt speciellt om lakvattnet infiltrerar ner genom marken till grundvattnet. Äldre deponier anlades utan att ha något system för att ta hand om de gifter som spreds ner i marken via till exempel lakvatten. Senare har deponier anlagts med större noggrannhet och de får inte placeras var som helst (Andréasson, 2006). Marken måste täckas med ett tätt skikt som plastduk eller finkornig jord och under ska dränering anläggas. Dräneringen behövs för att samla upp det giftiga lakvatten som bildas så att det inte sprids ner till grundvattnet. Runt om deponianläggningarna görs också kontroller av grundvattnet och dessa kontroller fortsätter i tiotals år efter att deponering har upphört. Att avleda grundvattnet ifrån deponin går också bra men markskydd och dränering krävs ändå.

Förorenat lakvatten kommer inte bara ifrån deponier av sopor och avfall utan också från gruvindustrin (Naturvårdsverket, 2015). När gruvavfall deponeras måste det täckas för att det ofta innehåller sulfid som oxiderar och vittrar av väder och vind. Sulfid omvandlas till svavelsyra och löser vissa metaller, till exempel koppar, zink, bly och kadmium (Andréasson, 2006). Lakvattnet blir metallrikt och surt. I dagens gruvindustri är de väl medvetna om problemet och skyddar varphögarna. De gamla gruvornas varphögar har alltid stått oskyddade och förorenat mark och grundvatten. Lågt pH i marken och vattnet gör bundna metaller mycket mer rörliga.

### **Vägnät och städer**

Vi har ett välutvecklat vägnät i Sverige och det har haft både kvalitativa och kvantitativa effekter på grundvattnet (Tunemar, 2015). För att vägarna ska vara stabila och tåliga har de under lång tid byggts med hjälp av isälvsmaterial. Isälvsmaterial är sand, grus och sten i olika storlekar som sköljdes ut över landet när inlandsisen drog sig tillbaka (Andréasson, 2006). Isälvsavlagringar är väl sorterade efter materialets storlek och utgör våra bästa grundvattenreservoarer. Vattnet filtreras väldigt bra genom de olika skikten och det finns gott om porer som kan fyllas med grundvatten. Dessa egenskaper passar även utmärkt för att bygga vägar och grunder (Tunemar, 2015). Många vägar har byggts utav dessa material just för den utmärkta dräneringsförmågan. Materialet är sorterat och klart vilket underlättar arbetet. På senare år har byggsektorn fått gå över mer till bergkross för att det har blivit tydligt vilken vikt isälvsavlagringar har för vår vattenförsörjning och vilken stor ekosystemtjänst de bidrar med.

När vägarna är byggda utgör de ett annat problem (Frind et al., 2014). Vattnet rinner på vägarna och tar med sig diverse föroreningar ner till grundvattnet. Vägsalt är vanligt att hitta i förhöjda halter i grundvatten nära vägar. Ibland är halterna för höga för att grundvattnet ska vara tjänligt som dricksvatten (Maxe, 2013). När vägarna saltas används natriumklorid som löses med vatten och bildar kloridjoner. Kloridjoner adsorberas inte på markpartiklarna utan rör sig lätt genom marken ner till grundvattnet. Användningen av salt är stor i bebyggda områden och på landsbygden. Vägsaltet kontrolleras i grundvatten runt om vägar men det sker inga andra kontroller på vad mer som följer med ner i grundvattnet från vägarna (Tunemar, 2015). Vägar byggs av bra grundvattenmagasinsmaterial men också på eller vid bra grundvattenmagasin. Sedan tillkommer risken med alla olyckor som inträffar längst en bilväg. En enda droppe dieselolja kan förstöra tusen liter vatten med sin smak.



Många byggen kräver att grundvattnet leds bort då grundvattenytan i regel följer markytan (Grip och Rodhe, 2003). Vid tunnelbyggen krävs ofta en grundvattensänkning så att inte tunneln står i vatten. Det kan vara mycket känsligt och finns det andra lösningar bör de övervägas (Maxe, 2013). Vid grundvattensänkning påverkas markens stabilitet och omkringliggande vägar och byggnader kan påverkas. I vissa fall är byggnader placerade på träpålar ner i marken, pålarna står i grundvatten (Andréasson, 2006). Riksdagshuset är byggt på en sådan grund och om grundvattenytan sänks där riskerar alla 15000 träpålar att relativt fort angripas av syre och ruttna.

Det är svårt att exakt räkna ut grundvattnets flöde (Grip och Rodhe, 2003). Alla platser är olika och påverkar vattnets flöde och kemi på olika sätt. Ett bra exempel på det är tunnelbygget i Hallandsåsen som påbörjades i början av 1990-talet (Andréasson, 2006). Hallandsåsen är en förkastningszon och berget innehåller väldigt mycket sprickor som är fyllda av grundvatten. Innan bygget började hade de räknat med en tillfällig grundvattensänkning på ca 1-2 meter och det skulle vara acceptabelt för de som bor i området. När bygget väl var igång sjönk grundvattennivån med 80 meter på sina håll och människor och djur blev utan vatten.

Inne i städer utsätts grundvattnet för mycket föroreningar på liten yta (Frind et al., 2014). Vattnet får också svårare att infiltreras ner i marken när det är så mycket täta och hårdgjorda ytor som i städer. Tidigare har grundvattentäkterna legat en bit utanför men när städerna växer byggs det på och runt viktiga grundvattentäkter (Tunemar, 2015). Ett bra exempel på det är Uppsala där kommunen planerar att bygga bostäder på Uppsalaåsen. Uppsalaåsen är Sveriges femte värdefullaste vattentäkt och förser alla uppsalabor med dricksvatten. Föroreningar som kan komma av städer och byggnation är allt från oljespill från bilen till bekämpningsmedel som används i de privata trädgårdarna.

## **Kemikalier och läkemedel**

Överallt där regn och snö når oss får nederbörden med sig små partiklar och ämnen i sitt flöde (Tunemar, 2015). Mycket av det som följer med vattnet ner är skadligt för vår hälsa och vi kan få i oss det genom vårt dricksvatten. En del ämnen kanske inte är farliga för människan i första hand men väl för andra organismer (Brown et al., 2011). Läkemedelsrester i grundvatten är farligt (Aasterup et al., 2007). Varken de kommunala reningsverken eller de enskilda avloppen kan rena vattnet från alla läkemedelsrester. Felaktig hantering av överblivet eller utgången läkemedel är också en källa till utsläpp. Problem med läkemedel i grundvatten räknas som relativt nya (Frind et al., 2014).

Redan vid mycket låga halter kan läkemedel orsaka problem (Aasterup et al., 2007). I Sverige säljs mer än 1000 ton aktiv substans per år. Det är i storleksordning med hur mycket bekämpningsmedel som används per år. Än vet vi ytterst lite om effekterna på vår hälsa om vi utsätts för dessa substanser en längre tid. I naturen är det tydligt att de har skadliga effekter. Vissa ämnen går mycket lätt igenom de kommunala reningsverken. Rester av antibiotika gör bakterier resistent och på grund av p-piller ändrar fiskar kön och går från hanar till honor. Hormonrester stör fortplantningen hos vilda djur. Syntetiska hormoner är väldigt stabila och går igenom människor, djur och reningsverk utan att brytas ner. Det är bara ett fåtal av alla substanser som blir kontrollerade i grundvatten (Tunemar, 2015).

Mycket kemikalier och miljögifter sprids ifrån städer (Aasterup et al., 2010). Kemikalierester sprids också via enskilda avlopp men också genom kommunala avlopp och industrier (Ferra et al., 2014). Kemikalier är farliga och används överallt i olika situationer det ökar risken för olyckor. Det kan ske i transport av kemikalier eller i ditt hem och ofta kommer kemikalierna ut i miljön. Hushållskemikalier används flitigt men är inte så väl undersökta (Maxe, 2013).

Ibland sker olyckor eller olyckliga misstag som vid bygget av tunneln i Hallandsåsen (Andréasson, 2006). När tunnelbygget utfördes hade de stora problem med grundvattnet som fyller bergssprickorna i åsen. För att tätta tunneln från vatten använde de ett tätningsmedel. Problem uppstod när tätningsmedlet aldrig hann härda på grund av att det var konstant blött i tunneln. Tätningsmedlet löstes upp och följde med i grundvattnet och vidare ut till sjöar och vattendrag i närheten. Tätningsmedlet innehöll ämnet akrylamid som är ett vattenlösligt nervgift. Djur och fiskar dog och de som hade arbetat i närkontakt med ämnet fick nervskador. Grundvattnet och ytvattnet i området var otjänligt en lång tid efteråt.

Vi vet väldigt lite om alla ämnen som finns ute på marknaden (Tunemar, 2015). Bland de ämnen som påträffats i grundvatten på senare år är koffein mycket vanlig och även bekämpningsmedel av olika slag (Aasterup et al., 2010). Textilier och brandskum är en källa till miljöfarliga ämnen (Tunemar, 2015). Ofta impregneras eller behandlas tyger med olika ämnen, till exempel perfluorerade alkylsubstanser. Perfluorerade alkylsubstanser (PFAS) som är en syntetisk kemikalie (Livsmedelsverket, 2015). PFAS har spridits i miljön och ner i grundvatten, det används i rengöringsmedel, textilier, impregneringsmedel och papper för att nämna några exempel. I Sverige har 3,4 miljoner människor kommunalt dricksvatten med PFAS. PFAS anses farligt för att det bryts ner till perfluorerade alkylsyror som våra kroppar har svårt att bryta ner och de är hälsofarliga.

## Överuttag

Grundvattnet är utspritt och ibland uppstår brist (Falkenmark et al., 2007).

Grundvattenbrist kan delas upp i olika kategorier beroende på varför det är brist.

- Stor efterfrågan. Då efterfrågan är högre än vad tillgången på vatten är.
- Tätt befolkning. Då befolkningen är stor och mängden vatten liten.
- Klimatdriven. Klimatförändring minskar nederbörd och nybildning av grundvatten i södra Sverige men ökar i norra Sverige.
- Förorenat. Vattenkvaliteten är så dålig att den inte går att använda.

Kustnära samhällen kan stöta på problem med brist eller dålig kvalitet på grundvattnet (Andréasson, 2006). Tas mer grundvatten ut än vad som hinner nybildas kan det skada den grundvattenakvifären (Grip och Rodhe, 2003). Ligger grundvattenakvifären nära kusten blir det lätt saltvatteninträngningar om grundvattennivån är låg. Sött vatten har lägre densitet än salt vatten. Det gör att saltvattnet tränger in under sötvattnet och vattnet blir förorenat.

Sänkning av grundvattennivån kan även skada marken runt om (Andréasson, 2006). Marken kan sjunka ihop och ”sätta sig”, det kan få följder som översvämningar om det är nära kusten. När grundvattennivån sjunker kan även marken förlora sin stabilitet så hus och vägar kan skadas.

## Klimatförändringar

Klimatet förändras så att vi i Sverige får högre temperaturer och mer nederbörd i större delen av landet (Bogren et al., 2006). Södra Sverige kan dock få mindre nederbörd och mer torka. Förändringarna medför stigande havsnivåer med risk för översvämningar och saltvatteninträngning (Maxe, 2013). Kustnära akviferer löper störst risk för saltvatteninträngningar (Critto et al., 2015). Kusten är en plats där mycket människor och industrier finns så efterfrågan på grundvatten kan vara hög och överuttag är vanligt. En ökad havsnivå ihop med överuttag längst kusten leder till saltvatteninträngningar i akvifererna.

Klimatförändringarna kommer att påverka grundvattnet (Brown et al., 2011). Populationen växer och fler regioner i världen kommer att drabbas av torka. Mer mat ska odlas och produceras på mindre yta samtidigt som fler människor ska rymmas på samma plats (Falkenmark och Galaz, 2007).

I Sverige kommer troligtvis grundvattennivån höjas på flera platser vid ökad nederbörd (Aasterup et al., 2012). En höjning av grundvattennivån kan medföra förändringar i vattnets

flöde och kemi. Om flödet ändrar riktning kan en förorening transporteras mot en dricksvattenbrunn där den tidigare har gått ifrån den platsen. Reningen som sker av vatten som går genom markvattenzonen kan också försämrats om grundvattennivån blir högre. Infiltrationsskiktet blir tunnare och det är där fastläggning och nedbrytning sker innan det når grundvattnet. Förändringar i grundvattennivåer ändrar halterna av kemiska ämnen i grundvattnet. Det kommer troligtvis bli mer organiskt material och högre halter av metaller i vattnet.

## **Bruk av grundvatten**

I Sverige använder hälften av befolkningen grundvatten dagligen (Tunemar, 2015). Grundvatten är nödvändigt för överlevnad och för en hållbar utveckling (Falkenmark och Galaz, 2007). Vikten av att synliggöra värdet av grundvatten och grundvattnets tjänster är stor (Lindhe et al., 2014). Grundvattnet och dess ekosystemtjänster måste värderas ekonomiskt. Grundvatten bistår med ett brett spektrum av ekosystemtjänster som vi behöver. Nedan följer ett urval av grundvattentjänster.

- Dricksvatten för hushåll
- Färskvatten för industri
- Färskvatten för jordbruk
- Ekologiska värden
- Bidrar till ytvattenflöde, vilket t.ex. indirekt möjliggör vattenkraft
- Kulturmiljö t.ex. naturliga källor
- Forskning och vetenskap
- Rekreation
- Skydd mot sättningar
- Skydd mot saltvatteninträngningar
- Recipientvärden, grundvattnets förmåga att rena föroreningar från dagvatten

Det är viktigt att grundvattnets kvantitet och kvalitet hålls god (Falkenmark och Galaz, 2007). Överutnyttjas ekosystemens resurser till en viss gräns kan de inte återhämta sig igen. Ibland går människors intresse mot vad som är bra för ekosystemen och där måste en noggrann avvägning göras (Brown et al., 2011). Utan friska och starka ekosystem kollapsar

samhället fort (Falkenmark och Galaz, 2007). För god ekonomi i framtiden behövs ett fungerande ekosystem med bra grundvatten (Lindhe et al., 2014).

### **Skydd av grundvatten**

Sverige har 16 miljökvalitetsmål varav ett är ”Grundvatten av god kvalitet” (Maxe, 2013). Sveriges Geologiska Undersökning har ansvar för det miljökvalitetsmålet. Eftersom grundvatten av god kvalitet är en viktig resurs och stor del i naturens ekosystem kräver det ett långsiktigt skydd. Det innebär att det utformas bedömningsgrunder och tillståndsklassningar som relaterar till hälsa och miljö. Olika myndigheter och förvaltningar arbetar ihop för att utforma restriktioner och åtgärder som utförs lokalt av länsstyrelser och kommuner. Miljökvalitetsmålet Grundvatten av god kvalitet lyder som följer:

”Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.”

Miljökvalitetsmålet är uppdelat i sex preciseringar.

- Grundvattens kvalitet
- God kemisk status
- Påverkan på ytvatten
- God kvantitativ status
- Grundvattennivåer
- Bevarande av naturgrusavlagringar

Miljökvalitetsmålet var planerat att vara klarat till år 2020. Målet kommer inte att nås.

Två tredjedelar av grundvattentäkterna i Sverige ligger i vattenskyddsområden (SGU, 2015). Vattenskyddsområden är till för att skydda viktiga vattenförekomster så att det inte utsätts för föroreningar och risker. Många vattenskyddsområden är inte bra nog idag och det pågår arbete med att förbättra vattenskyddsområden (Maxe, 2013). För att öka säkerheten tas mer information fram om gällande område och regelbundna kontroller ska införas. I Sverige räknar vi i allmänhet med att dricksvattnet är rent och säkert men det är ingen säkerhet (Tunemar, 2015). De kommunala grundvattentäkterna som används för dricksvatten testas för ett fåtal ämnen och för bakterier. Det är för få kontroller på det kommunala dricksvattnet. Det

finns mer än en miljon enskilda avlopp och där sker inte reningen lika noggrant som i de kommunala nätverken (Aasterup et al., 2007). Där är det ett eget ansvar i att pröva sitt vatten. Ingen kontroll eller större rening sker heller från det vatten som använts och vad som spolas ut ihop med vattnet (Tunemar, 2015).

För att förbättra skyddet av grundvatten görs olika klassningar och riskbedömningar (Brown et al., 2011). Bedömningar görs om olika risker är akuta eller kroniska, alltså snabbt uppkomna eller pågått en längre tid (Frind et al., 2014). Hänsyn tas också till om det drabbar miljön eller människa direkt eller indirekt. Det är också viktigt att skilja på hot emot grundvattnets kvalitet och grundvattnets kvantitet.

## **Diskussion**

Grundvattnet i Sverige utsätts för föroreningar och förändringar, många är orsakade av oss människor.

- Kontroll och provtagning av grundvatten är låg och behöver öka
- Spridande av läkemedel och miljögifter måste minska
- Enskilda avlopp behöver ses över och inte lyda under eget ansvar
- Grundvatten bör prioriteras högt på grund av det ekonomiska värdet
- Processerna är långsamma i grundvatten vilket visar resultat sent

Grundvatten är viktigt och används överallt av oss människor. Vi glömmer lätt vilken viktig funktion grundvattnet har bortsett från våra uppenbara användningsområden som till att dricka och duscha. Det finns stora risker om grundvattnet blir förorenat. Vi använder och producerar mycket som kan skada grundvattnets kvalitet.

Att beskriva vad som hotar grundvattnet i Sverige är aktuellt men svårt. Det finns många faktorer att ta med och det är svårt att gå på djupet med alla. I dagsläget anser jag att miljögifter och läkemedel är ett av de allvarligaste hoten mot grundvattnet. Några av de problem jag har beskrivit i arbetet har tidigare haft stor effekt men med förändrad teknik och mer kunskap är de inte lika problematiska längre. Det gäller till exempel deponier, gruvavfall, industrier och jordbruk.

Efter att ha gått igenom några av hoten har jag kommit fram till att grundvatten bör prioriteras högre rent resursmässigt. Det är en skyddsvärd resurs som jag blir förbryllad över att vi har lågt skydd till. Förbättringar införs och medvetenheten ökar men inte i stor skala nog. Jag är inte orolig över att vi kommer stå utan grundvatten här i Sverige inom kort.

Kostnaderna kommer däremot bli höga för att vi var för sent ute med att vidta åtgärder. När grundvattnet och ekosystemen mår bra får vi mycket gratis och enkelt.

I Sveriges Geologiska Undersöknings rapport 2014:40 kartläggs grundvattnets ekosystemtjänster och deras ekonomiska värden. Det är en inledande kartläggning om alla fördelar grundvatten medför. Jag tror att det är ett bra sätt att få något att förändras genom att lyfta det ekonomiska värdet. Det är tråkigt att grundvattnen ska behöva bevisa sin betydelse genom ekonomiskt värde men om det kan medföra att vi förbättrar omständigheterna för vatten så är det bra.

I flera av artiklarna och rapporterna som jag har läst provades och utarbetades olika bedömningsmetoder och planer för att hantera risker som grundvatten utsätts för. Det är väldigt bra och med bra underlag om hur grundvattnet rör sig och används blir det lättare att skydda vattnet. I industrin och i hushållen bör vi också se över vad vi använder oss av. Det vore bra om miljöfarliga ämnen hade hårdare krav på prövning innan de tillåts på marknaden.

I en värld som styrs av ekonomisk vinning verkar det vara svårt att lägga resurser på det som lönar sig i längden. Grundvattnet är en essentiell del i den hydrologiska cykeln som är grunden till allt liv.

## Referenslista.

Aasterup, M., Dahné, J., Sundén, G., Thunholm, B. 2012. Klimatets påverkan på koncentrationer av kemiska ämnen i grundvatten. SGU-rapport 2012:27.

Aastrup, M., Lewin, Pihlblad, L., McCarthy, J. 2010. Screening av miljögifter i grundvatten-sammanställning av undersökningar gjorda 2003-2009. Sveriges geologiska undersökning. SGU-rapport: 2010:14.

Aastrup, M., Lewin, Pihlblad, L., Maxe, L. 2007. Läkemedelsrester i grundvatten. SGU-rapport 2007:15.

Albrechtsen, H-J., Binning, J. P., Malaguerra, F., Thorling, L. 2011. Pesticides in water supply wells in Zealand, Denmark: A statistical analysis. Science of the Total Environment, 2012, Vol.414, pp.433-444.

Andréasson, P-G. 2006. Geobiosfären. Studentlitteratur.

Bogren, J., Gustavsson, T., Loman, G. 2006. Klimatförändringar naturliga och antropogena orsaker. Studentlitteratur

Brown, J., Bach, L., Aldous, A., Wyers, A., Degagne, J Brown, J. Groundwater-dependent ecosystems in Oregon: an assessment of their distribution and associated threats. Frontiers in Ecology and the Environment, Mar 2011, Vol.9(2), pp.97-102.

Critto, A., Iyalomhe, F., Marcomini, A., Pasini, S., Rizzi, J., Torresan, S. 2015. Regional Risk Assesment for climat change impacts on coastal aquifers. Science of the Total Environment, 2015, Vol.537, pp.100-114.

Falkenmark, M., Galaz, V. 2007. Agriculture, Water and Ecosystems. Swedish Water House Policy Brief Nr.6 SIWI-Stockholm International Water Institute.

Falkenmark, M., Berntell, A., Jägerskog, A., Lundqvist, J., Matz, M., and Tropp, H. 2007. On the Verge of a New Water Scarcity: A Call for Good Governance and Human Ingenuity. SIWI Policy Brief, 2007.



Ferra, I., Goncalves, I., Marques, M. A., Rebelo, A. 2014. A Risk Assessment Model for Water Resources: Releases of dangerous and hazardous substances. Journal of Environmental Management, 2014, Vol.140, pp.51-59.

Frind, O. Emil, Rudolph, L. David, Sousa, R. Marcelo. 2014. Threats to groundwater resources in urbanizing watersheds: The Waterloo Moraine and beyond. Canadian Water Resources Journal, Jun 2014, Vol.39(2), pp.193-208.

Grip, H., Rodhe, A. 2003. Vattnets väg från regn till bäck. Hallgren & Fallgren Studieförlag AB. Uppsala.

Li, J. 2013. China gears up to tackle tainted water- Government is set to spend 500 million renminbi to clean up groundwater polluted by industry and agriculture. Nature, 2013, Vol.499, pp.14-15.

Lindhe, A., Kinell, G., Rosén, L., Söderqvist, T. 2014. Grundvattnets ekosystemtjänster och deras ekonomiska värden- en inledande kartläggning. Sveriges geologiska undersökning. SGU-rapport 2014:40.

Maxe, L. 2015. Jordbrukspåverkan på grundvatten- fördjupad analys av SGUs databaser. SGU-rapport 2015:13.

Maxe, L. 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. 2013. SGU-rapport 2013:01.

Tunemar Liselotte, hydrogeolog. Mark och grundvatten SGU. Intervju. 15/12-2015. Tel 018-17 91 73.

Livsmedelsverket. Miljögifter. Hämtat 16/12-2015.

<http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/>

Naturvårdsverket. Deponier. Hämtat 16/12-2015.

<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Deponier/>

Sveriges Geologiska Undersökning. Vattenskyddsområden. Hämtat 17/12-2015.

<http://www.sgu.se/grundvatten/vattenskyddsomraden/>